

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### II.1 Petroleum

Bahan baku yang digunakan oleh PT TPPI adalah kondensat dan naphta. Kondensat adalah campuran hidrokarbon cair ringan, mirip dengan minyak mentah (*crude oil*) yang sangat ringan dengan API (*American Petroleum Institute*) tinggi. Biasanya dipisahkan dari aliran gas alam ketika suhu dan tekanan gas diturunkan ke kondisi atmosfer.

Kondensat sebagian besar terdiri dari bahan *Natural Gas Liquid* dan *naphtha*, dan memiliki API dari 45 hingga 70+. Setelah dipisahkan dari gas alam, kondensat umumnya diperlakukan seperti minyak mentah. Ini dapat dicampur dengan aliran minyak mentah lain yang lebih berat atau dikirim ke pasar langsung melalui pipa atau kapal tanker. Kondensat dapat diproses di kilang jika dicampur dengan minyak mentah yang lebih konvensional atau dapat dikirim langsung ke *condensate splitter* untuk dilakukan pemisahan menjadi komponen-komponennya.

Kondensat biasanya dihargai lebih rendah daripada minyak mentah karena kandungan ujungnya yang ringan, yang menghasilkan banyak LPG dan nafta ringan dengan nilai lebih rendah dan membuatnya sulit untuk diproses dalam volume tinggi di kilang. Namun, ada beberapa kondensat yang mengandung hingga 40% bahan bakar jet dan solar yang harganya lebih tinggi daripada minyak mentah, karena mengandung bahan residu yang sangat sedikit. Kondensat tidak sama dengan kondensat pabrik (*natural gasoline*), yang merupakan produk dari pabrik pengolahan gas (Mc Kinsey, 2019).

#### II.2 Petrochemical

Petrokimia adalah bahan-bahan atau produk-produk yang dihasilkan dari minyak dan gas bumi, sedangkan industri petrokimia secara umum dapat didefinisikan sebagai industri yang berbahan baku utama produk minyak dan gas bumi. Industri petrokimia secara umum dibagi menjadi 2 (dua) bagian besar yaitu industri petrokimia hulu, yaitu mengolah produk dasar (produk primer) menjadi

produk setengah jadi (produk antara) seperti Methanol, Ethylene, Propylene, Butadiena, Benzene, Toluene, Xylene, Fuel Coproducts, Pyrolysis Gasoline, Pyrolysis Fuel Oil. Sedangkan industri petrokimia hilir, yaitu mengolah produk setengah jadi menjadi produk jadi yang siap pakai seperti plastik, pelarut (solvent), zat peledak, karet sintetis, nilon, dan lain-lain (Sulistiyono, 2015). Produk petrokimia diproduksi oleh TPPI di unit Aromatic. Produk petrokimia yang dihasilkan yaitu Benzene, Toluene, Orthoxylene, Heavy aromatic, Paraxylene.

## II.3 Uraian Proses

### II.3.1 Distilasi Fraksionasi

Prinsip pemisahan secara distilasi didasarkan pada perbedaan titik didih komponen pada campuran. Istilah yang umum digunakan adalah volatilitas relatif ( $\alpha$ ) merupakan konstanta rasio kesetimbangan antar dua komponen, misal  $\alpha = K_1/K_2$ . Efeknya, parameter ini menentukan derajat kesulitan (*degree of difficulty*) suatu separasi (pemisahan). Perbedaan titik didih tidak selalu menjadi indikator yang untuk pemisahan yang mudah. Sebagai contoh, jika dua komponen memiliki titik didih yang hampir sama, volatilitas relatif akan lebih besar jika keduanya memiliki titik didih yang rendah daripada titik didih yang tinggi. Untuk itu, lebih mudah untuk memisahkan dua komponen yang mendidih pada 30°C dan 40°C daripada memisahkan dua komponen yang mendidih pada 320°C dan 330°C. Nilai  $\alpha$  untuk pasangan pertama sekitar 1.27, sedangkan untuk pasangan kedua sekitar 1.1.

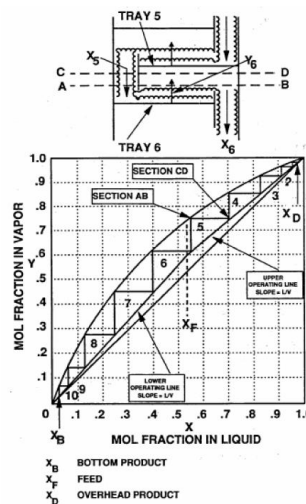
Distilasi dapat direpresentasikan secara grafis. Representasi klasik dikembangkan oleh McCabe - Thiele yang mengembangkan solusi grafis proses distilasi. Diagram McCabe - Thiele (Gambar 2.1-33) adalah plot kesetimbangan  $x$  terhadap  $y$  dari sistem biner. Selain plot kesetimbangan, Tiga garis lain yang juga diplot adalah garis 45° (dimana  $x=y$ ) serta garis operasi. Istilah garis operasi berasal dari fakta bahwa titik-titik pada kurva merupakan terjemahan kondisi operasi aktual pada kolom. Ada dua garis operasi yang digunakan, pertama disebut garis operasi atas (upper operating lines) yang menerangkan kondisi

bagian kolom di atas titik umpan. Garis lainnya disebut garis operasi bawah (lower operating lines) yang menerangkan bagian kolom di bawah titik umpan.

Garis operasi menunjukkan hubungan antara laju refluks, komposisi umpan, kualitas produk overhead dan bottom. Slope garis operasi atas secara numerik equal dengan rasio  $L/V$  di kolom bagian atas. Untuk itu, rasio refluks menentukan nilai slope dari garis operasi sedangkan umpan dan komposisi distilat menentukan lokasi garis operasi. Umumnya rasio refluks diekspresikan sebagai rasio Refluks terhadap distilat ( $R/D$ ), yang berhubungan dengan  $L/V$  sesuai persamaan:

$$R/D = \frac{L/V}{(1-L/V)} \dots\dots\dots(1)$$

Garis operasi atas berpotongan (intersects) dengan garis  $45^\circ$ , ( $x = y$ ) di  $x = x_D$ . Garis operasi bawah berpotongan dengan garis operasi atas pada garis  $x = x_F$ , dan dan memotong garis  $45^\circ$  di  $x = x_B$ .



Gambar 8. Diagram Mc Cabe - Tiele

(Teramoto, 2005)

IBP (*initial boiling point*) adalah pembacaan thermometer yang diperoleh pada waktu penetasan pertama dari kondensat yang jatuh dari ujung tabung kondensor. FBP (*Final Boiling Point*) adalah pembacaan maksimal thermometer yang diperoleh selama pemeriksaan, biasanya terjadi setelah semua cairan pada labu destilasi menguap (Tatag, 2010).

### II.3.2 Ekstraksi Cair-Cair

Ekstraksi cair-cair, disebut juga ekstraksi dengan solven (pelarut), merupakan metode pemisahan suatu komponen berdasarkan kelarutannya dalam 2 cairan berbeda yang tidak saling bercampur. Dalam ekstraksi ini, komponen berpindah dari campuran pertama yang kelarutannya lebih kecil menuju campuran kedua yang kelarutannya lebih besar. Pada operasi unit sulfolane dibagi menjadi 3 bagian ekstraksi yaitu ekstraksi utama, ekstraksi backwash, dan distilasi/stripping ekstraktif. Ekstraksi utama terjadi di dalam Raindeck Extractor (205-C-001) dari atas kolom hingga tray tempat umpan masuk. Fungsi dari ekstraksi ini adalah menyerap komponen aromatik dari campuran. Pada bagian ini, komponen aromatik larut ke dalam solven. Walaupun demikian, ada sebagian komponen non aromatik yang ikut larut ke dalam solven karena kondisi yang tidak ideal.

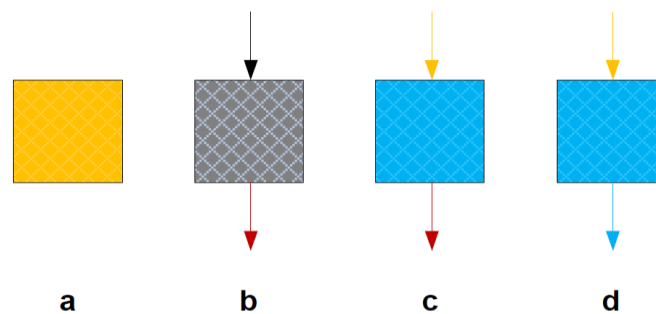
Ekstraksi backwash terjadi di dalam Raindeck Extractor mulai dari tray tempat masuknya umpan hingga bagian bawah kolom. Fungsi utama bagian ini adalah menggantikan/mendesak komponen non aromatik berat yang larut dalam solven dengan komponen non aromatik ringan (komponen ringan lebih larut dalam solven daripada komponen berat).

Stripping ekstraktif terjadi di dalam Stripper (205-C-002). Fungsi utama bagian ini adalah menghilangkan komponen non aromatik ringan yang larut dalam solven, dengan adanya stripping ekstraktif, diperoleh campuran antara solven dan komponen aromatik dengan kemurnian tinggi (Supriyanto, 2017).

### II.3.3 Adsorpsi

Adsorpsi merupakan metode pemisahan dimana gas atau cairan berinteraksi dan terakumulasi di permukaan sebuah padatan. Padatan ini memiliki interaksi (afinitas) yang lebih kuat pada salah satu komponen. Di Parex, adsorben memiliki afinitas dengan urutan (dari yang besar ke kecil) air > benzena > toluena > e-benzena > p-xilena > desorben > m-xilena > oxylena. Akibat perbedaan afinitas dan ukuran molekul, adsorben bisa memisahkan p-xilena dari komponen yang lain. Penjelasan proses adsorpsi secara umum yaitu umpan masuk ke dalam adsorben. Semua komponen bisa masuk ke dalam pori-pori makro, tapi hanya

sedikit yang dapat masuk ke dalam pori-pori mikro karena pengaruh afinitas dan ukuran molekul. Setelah semua adsorben penuh dengan umpan, desorben dalam jumlah kecil dialirkan ke adsorben. Aliran ini menyebabkan komponen di dalam pori-pori makro keluar dari adsorben, aliran ini disebut dengan rafinat. Setelah pori-pori makro bersih dari komponen yang tidak diharapkan, desorben dalam jumlah besar dialirkan ke adsorben. Aliran ini mengeluarkan semua komponen yang tersimpan dari pori-pori mikro adsorben.



Gambar 9. Diagram Mc Cabe - Tiele

Keterangan:

- a = Adsorben yang mengandung desorben di dalamnya (dari siklus adsorpsi sebelumnya).
- b = Umpan dialirkan melalui adsorben. Komponen dengan afinitas besar dan ukuran molekul kecil tersimpan di pori-pori mikro sedangkan komponen lainnya keluar dari adsorben sebagai rafinat.
- c = Desorben dalam jumlah kecil dialirkan ke adsorben sehingga menghilangkan sisa-sisa rafinat yang masih tertinggal di dalam pori-pori makro. Setelah pembilasan ini yang tersisa dalam adsorben adalah desorben dan komponen yang diinginkan.
- d = Desorben dalam jumlah besar dialirkan ke adsorben sehingga mendesak semua komponen, termasuk yang ada di pori-pori mikro. Tahap dari a ke d merupakan 1 siklus adsorpsi.

(Supriyanto, 2017)

### II.3.4 Reaktor

Dalam reaktor, reaksi kimia terjadi dengan adanya katalis yang berfungsi untuk mengkonversi umpan platforming menjadi produk. Fungsi reaktor itu sendiri adalah untuk mengoptimasi pemanfaatan katalis dan menghasilkan jumlah yield yang optimal. Dalam reaktor platforming, umpan dapat kontak dengan katalis namun katalis tidak dapat bergerak mengikuti produk ke luar reaktor. Untuk itu, catalyst containment menjadi tujuan utama dalam desain reaktor. Selain itu, internal reaktor harus dimanufaktur sedemikian rupa sehingga tidak merusak katalis yang melewati ruang reaktor tersebut. Seluruh permukaan yang akan bersentuhan dengan katalis harus didesain sebaik mungkin.

Stack reaktor terdiri dari empat reaktor; 203-R-001/002/003/004 yang disusun menjadi satu vessel (kolom) yang besar. Head bagian bawah dari setiap reaktor dan hopper digunakan untuk memisahkan vessel menjadi reaktor yang terpisah satu sama lain. Setiap reaktor didesain untuk aliran radial serta untuk pressure drop yang rendah (kesetimbangan reaksi platforming kondusif pada tekanan rendah). Reactor stack menghadap heater (203-H-001/002/003/004) untuk meminimalkan kebutuhan pipa antara reaktor dan heater.

Pada setiap reaktor, hidrokarbon masuk lewat atas reaktor, mengalir turun ke bawah melewati scallop dan melewati bed katalis dari luar hingga dalam reaktor. Efluen reaktor mengalir ke atas melewati pipa tengah (pipe center) dan akhirnya keluar reaktor. Dalam reaktor, reaksi kimia yang berlangsung sebagian besar endotermis sehingga suhu keluaran reaktor lebih kecil dari suhu masukan. Interheater (203-H-002, 203-H-003, dan 203-H-004) berfungsi menaikkan suhu effluen keluaran setiap reaktor kembali ke suhu reaksi (desain: 519°C) untuk reaktor selanjutnya (Teramoto, 2005).

### II.3.5 Kondensasi

Kondensasi merupakan sebuah proses perubahan keadaan fisik uap dari fase vapor menjadi fase liquid. Hal tersebut dapat terjadi karena saat uap air di udara melalui permukaan yang lebih dingin dari titik embun uap air, maka akan terbentuk titik-titik air atau embun dan kemudian akan berubah menjadi liquida.



Proses kondensasi di TPPI menggunakan fin fan cooler, Exchanger, dan cooler. Prinsip kerja fin fan cooler adalah memanfaatkan udara dingin di lingkungan sekitar untuk mendinginkan pipa sehingga temperature yang awal mulanya tinggi dapat menurun. Umumnya fin fan cooler dapat menurunkan temperature mulai dari rentang 70°C sampai 160°C. Prinsip kerja Exchanger adalah memanfaatkan perbedaan temperature pada fluida. Umumnya jenis heat exchanger yang digunakan yaitu Shell & tube. Media pendingin yang digunakan yaitu cooling water yang akan dikontakkan dengan vapor atau uap panas.